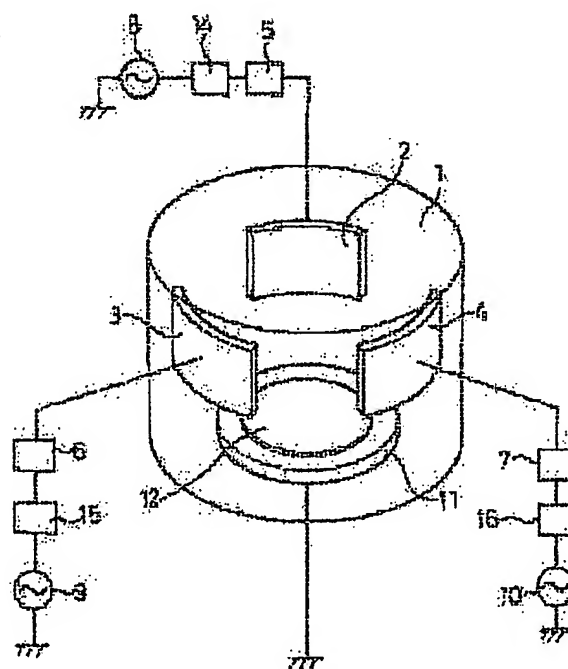


PLASMA TREATING DEVICE

Publication number: JP8316214 (A)
Publication date: 1996-11-29
Inventor(s): OKUMURA TOMOHIRO; NAKAYAMA GHIRO; YANAGI YOSHIHIRO; SUZUKI MASAKI; KAWAKAMI SHUICHI
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD; ASTEC KK
Classification:
International: H05H1/46; C23C14/24; C23C16/50; C23F4/00; H01L21/205; H01L21/302; H01L21/3065; H01L21/31; H05H1/46; C23C14/24; C23C16/50; C23F4/00; H01L21/02; IPC1-7; H01L21/3065; C23C14/24; C23C16/50; C23F4/00; H01L21/205; H01L21/31; H05H1/46
European:
Application number: JP19950124805; 19950524
Priority number(s): JP19950124805; 19950524

Abstract of JP 8316214 (A)

PURPOSE: To reduce reflection power returning to a high-frequency power supply for electrode by inserting a low-pass filter where a cut-off frequency is higher than that of a high-frequency voltage to be applied to each electrode between each high-frequency power supply each electrode and a matching circuit. **CONSTITUTION:** Three electrodes 2-4 are arranged within a vacuum container 1 and high-frequency power supplies 8-10 for power supply are connected to the electrodes 2-4 via matching circuits 5-7. The amplitudes of high-frequency voltages applied to the electrodes 2-4 by the high-frequency power supplies 8-10 for electrode are nearly equal, the phases are shifted by 120 deg., and the frequency is 50MHz.; Low-pass filters 14-16 with a cut-off frequency of 65MHz are inserted between the high-frequency power supplies 8-10 for electrode and matching circuits 5-7, thus reducing reflection power returning to a high-frequency power supply for electrode.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to plasma treatment apparatus, such as a dry etching system, a plasma CVD device, and a sputtering system.

[0002]

[Description of the Prior Art]In recent years, in order to realize processing of a high aspect ratio, etc. in dry etching technology corresponding to the minuteness making of a semiconductor device, and in order to realize embedding of a high aspect ratio, etc. in plasma-CVD art, performing plasma treatment by a high vacuum more is called for.

[0003]In the case of a dry etching system, since the probability that ion will collide with ion or other neutral gas particles in the ion sheath formed in a substrate face will become small if plasma is generated in a high vacuum, A set and etching anisotropy are improved toward a substrate and processing of a high aspect ratio of the directivity of ion is attained.

[0004]In the case of plasma CVD, if plasma is generated in a high vacuum, the embedding and planation of a minute pattern will be obtained by the sputtering effect by ion, and the embedding which is a high aspect ratio will become possible.

[0005]There is a RISAJU electron plasma treatment apparatus as one of the plasma treatment apparatus which can generate plasma in a high vacuum. The lineblock diagram of a RISAJU electron plasma treatment apparatus is shown in drawing 5.

[0006]In drawing 5, the three electrodes 2, 3, and 4 are arranged in the vacuum housing 1, and RF generators 8, 9, and 10 for electrodes are connected to each electrodes 2, 3, and 4 via the matching networks 5, 6, and 7. As for the high frequency voltage impressed to the electrodes 2, 3, and 4 by RF generators 8, 9, and 10 for electrodes, amplitude is almost equal and 120 degrees of phases are mutually shifted at a time.

[0007]Exhausting introducing gas suitable in the vacuum housing 1, and maintaining the inside

of the vacuum housing 1 at a suitable pressure. If high frequency voltage is impressed to the electrodes 2, 3, and 4 by RF generators 8, 9, and 10 for electrodes, plasma occurs in the vacuum housing 1 and plasma treatment, such as etching, deposition, and surface treatment, can be performed to the substrate 12 laid in the sample table 11.

[0008]At this time, the ion energy which reaches the substrate 12 is controllable by impressing high frequency voltage also to the sample table 11 by RF generator 13 for sample tables to be shown in drawing 5. About the RISAJU electron plasma treatment apparatus, it is indicated in detail by JP,4-215430,A.

[0009]Three or more electrodes are arranged not only a RISAJU electron plasma treatment apparatus but in a vacuum housing, Each of three or more electrodes is connected with the RF generator for electrodes via a matching network, A phase impresses an RF generator which is different in arrangement order to each of three or more electrodes, plasma is generated, and some plasma treatment apparatus which processed the substrate laid in the sample table formed in the vacuum housing are type [various]. For example, in the multiple-targets-type sputtering system, three or more sputtering targets are used as an electrode as they are.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in the plasma treatment apparatus of composition of having been shown in drawing 5, even if it controls each matching networks 5, 6, and 7 in the optimal state, about 10% of reflection electric power of the supplied power to each electrodes 2, 3, and 4 will return to each RF generators 8, 9, and 10. Since there was a possibility of damaging RF generators 8, 9, and 10 for electrodes when a size with reflection electric power is reached, after no less than 10% of reflection electric power occurred, there was a problem that it could not do to switch on large electric power since processing speed is gathered, for example.

[0011]Generally with the plasma treatment apparatus using an RF generator. Although the signal from a probe formed in the matching network is fed back to a matching network control device (not shown to drawing 5) and the matching network is automatically controlled in the optimal state (this is hereafter called automatic matching), By the method shown in drawing 5, while the automatic matching did not operate well but looked at the indicated value of the reflection-electric-power meter, there was a problem that a matching network had to be operated manually.

[0012]In the plasma treatment apparatus of the method shown in drawing 5, when high frequency voltage was impressed also to the sample table 11 by RF generator 13 for sample tables, there was a tendency for reflection electric power to become larger compared with the case where high frequency voltage is not impressed to the sample table 11.

[0013]This invention can decrease the reflection electric power which returns to the RF generator for electrodes in view of the above-mentioned conventional problem, and an object

of this invention is to provide the plasma treatment apparatus which can secure normal operation of automatic matching.

[0014]

[Means for Solving the Problem]As for a plasma treatment apparatus of the 1st invention of this application, three or more electrodes are arranged in a vacuum housing, Each of each electrode is connected with an RF generator for electrodes via a matching network, A phase impresses high frequency voltage which is different in arrangement order to each of three or more electrodes, and plasma is generated, It is a plasma treatment apparatus which processes a substrate laid in a sample table formed in a vacuum housing, and a low pass filter with larger cutoff frequency than frequency of high frequency voltage impressed to each electrode was inserted between each RF generator for electrodes and matching network.

[0015]A plasma treatment apparatus of the 2nd invention of this application inserted the same low pass filter as the 1st invention between a matching network and an electrode.

[0016]As for cutoff frequency of the above-mentioned low pass filter, it is preferred that it is smaller than the twice of frequency of high frequency voltage impressed to each electrode, and it is preferred to have a means to impress high frequency voltage to a sample table.

[0017]Have a plasma treatment apparatus of the 3rd invention of this application, and a means to impress high frequency voltage whose frequency is lower than high frequency voltage impressed to each electrode to a sample table between each RF generator for electrodes and matching network, A band pass filter with a low cut off frequency smaller than frequency of high frequency voltage impressed to each electrode more greatly than frequency of high frequency voltage impressed to a sample table and a larger treble cut off frequency than frequency of high frequency voltage impressed to each electrode was inserted.

[0018]A plasma treatment apparatus of the 4th invention of this application inserted the same band pass filter as the 3rd invention between a matching network and an electrode.

[0019]As for a treble cut off frequency of the above-mentioned band pass filter, it is preferred that it is smaller than the twice of frequency of high frequency voltage impressed to each electrode.

[0020]

[Function]In the RISAJU electron plasma treatment apparatus etc., although the cause which big reflection electric power generates was not conventionally clear, when this invention persons analyzed a reflection-electric-power waveform, it traced that the harmonic content of reflection electric power of the high frequency voltage impressed to an electrode was dominant. It also turned out that the reflection-electric-power wave which consists of this harmonic content has barred operation of automatic matching.

[0021]Therefore, according to the 1st invention of this application, since the low pass filter with larger cutoff frequency than the frequency of the high frequency voltage impressed to an

electrode is inserted between each RF generator for electrodes and matching network, the reflection electric power which returns to the RF generator for electrodes can be decreased.

[0022]According to the 2nd invention of this application, since the low pass filter of Mr. **** between each matching networks and electrodes is inserted, can decrease the reflection electric power which returns to the RF generator for electrodes, simultaneously depend it also on plasma generation conditions, but. Normal operation of automatic matching is securable.

[0023]Since double largest harmonic ingredients can be intercepted among the frequency components of reflection electric power if the frequency of the high frequency voltage which impresses the cutoff frequency of a low pass filter to an electrode is smaller than twice and it carries out in the 1st and 2nd invention of the above, Reduction of reflection electric power and normalization of automatic matching operation can be attained further. If a means to impress high frequency voltage to a sample table is formed, the ion energy which reaches a substrate is controllable.

[0024]According to the 3rd invention of this application, between each RF generator for electrodes and matching network, A low cut off frequency is smaller than the frequency of the high frequency voltage impressed to each electrode more greatly than the frequency of the high frequency voltage impressed to a sample table, Since the band pass filter with a larger treble cut off frequency than the frequency of the high frequency voltage impressed to each electrode is inserted, the reflection electric power which returns to the RF generator for electrodes can be decreased controlling the ion energy which reaches a substrate.

[0025]Since the band pass filter of Mr. **** between each matching networks and electrodes is inserted according to the 4th invention of this application, Although the reflection electric power which returns to the RF generator for electrodes can be decreased, simultaneously is depended also on plasma generation conditions, controlling the ion energy which reaches a substrate, normal operation of automatic matching is securable.

[0026]Since double largest harmonic ingredients can be intercepted among the frequency components of reflection electric power if the frequency of the high frequency voltage which impresses the treble cut off frequency of a band pass filter to an electrode is smaller than twice and it carries out also in the 3rd and 4th invention, Reduction of reflection electric power and normalization of automatic matching operation can be attained further.

[0027]

[Example]Hereafter, the plasma treatment apparatus of this invention is explained with reference to drawing 1 about the 1st example applied to formation of the silicon oxide by plasma CVD method.

[0028]In drawing 1 in which the composition of the plasma treatment apparatus of this example is shown, the three electrodes 2, 3, and 4 are arranged in the vacuum housing 1, and RF generators 8, 9, and 10 for electrodes are connected to each electrodes 2, 3, and 4 via the

matching networks 5, 6, and 7. The high frequency voltage impressed to the electrodes 2, 3, and 4 by RF generators 8, 9, and 10 for electrodes has almost equal amplitude, 120 degrees of phases are mutually shifted at a time, and the frequency is 60 MHz. Between RF generators 8, 9, and 10 for electrodes, and the matching networks 5, 6, and 7, the low pass filters 14, 15, and 16 whose cutoff frequency is 65 MHz are inserted.

[0029]Exhausting SiH_4 gas in the vacuum housing 1, carrying out 20sccm introduction of 10sccm and the O_2 gas, and maintaining the inside of the vacuum housing 1 at 30mTorr.

When high frequency voltage was impressed to the electrodes 2, 3, and 4 by RF generators 8, 9, and 10 for electrodes, plasma occurred in the vacuum housing 1 and silicon oxide was able to be deposited to the substrate 12 laid in the sample table 11. Although it supplied 200W of high-frequency power at a time to each electrodes 2, 3, and 4, respectively and control of the matching networks 5, 6, and 7 was performed manually, the reflection electric power which returned to each RF generators 8, 9, and 10 for electrodes was less than 1W.

[0030]When the low pass filters 14, 15, and 16 were removed and the same experiment was conducted for comparison, the reflection electric power which returned to each RF generator for electrodes was 15-25W.

[0031]Next, the plasma treatment apparatus of this invention is explained with reference to drawing 2 about the 2nd example applied to formation of the silicon oxide by plasma CVD method. The reference number same about the same component as the 1st example shown in drawing 1 is attached, and explanation is omitted.

[0032]In this example, the frequency of RF generators 8, 9, and 10 for electrodes is 50 MHz, and the low pass filters 14, 15, and 16 whose cutoff frequency is 55 MHz are inserted between the matching networks 5, 6, and 7 and the electrodes 2, 3, and 4.

[0033]Exhausting SiH_4 gas in the vacuum housing 1, carrying out 20sccm introduction of 10sccm and the O_2 gas, and maintaining the inside of the vacuum housing 1 at 30mTorr.

When high frequency voltage was impressed to the electrodes 2, 3, and 4 by RF generators 8, 9, and 10 for electrodes, plasma occurred in the vacuum housing 1 and silicon oxide was able to be deposited to the substrate 12 laid in the sample table 11. Although it supplied 200W of high-frequency power at a time to each electrodes 2, 3, and 4, respectively and control of the matching networks 5, 6, and 7 was performed automatically, the reflection electric power which returned to each RF generators 8, 9, and 10 for electrodes was less than 1W.

[0034]When the low pass filters 14, 15, and 16 were removed and the same experiment was conducted for comparison, the reflection electric power which returned to each RF generator for electrodes was 15-25W. Control of the matching network was not able to be performed automatically.

[0035]Next, the plasma treatment apparatus of this invention is explained with reference to

drawing 3 about the 3rd example applied to the dry etching of silicon oxide. The reference number same about the same component as the 1st example shown in drawing 1 is attached, and explanation is omitted.

[0036]In this example, the high frequency voltage of 13.56 MHz is impressed to the sample table 11 by RF generator 13 for sample tables. The band pass filters 17, 18, and 19 whose treble cuts off frequency a low cut off frequency is 65 MHz in 55 MHz are inserted between RF generators 8, 9, and 10 for electrodes, and the matching networks 5, 6, and 7.

[0037]Exhausting carrying out 30sccm introduction of the CHF_3 gas into the vacuum housing 1, and maintaining the inside of the vacuum housing 1 at 50mTorr. When high frequency voltage was impressed to the electrodes 2, 3, and 4 by RF generators 8, 9, and 10 for electrodes, plasma occurred in the vacuum housing 1 and the silicon oxide on the substrate 12 laid in the sample table 11 was able to be etched. each electrodes 2, 3, and 4 -- high-frequency power -- respectively -- 200 -- although it supplied every [W], the high-frequency power of 150W was supplied to the sample table 11 and control of the matching networks 5, 6, and 7 was performed manually, the reflection electric power which returned to each RF generators 8, 9, and 10 for electrodes was less than 1W.

[0038]When the band pass filters 17, 18, and 19 were removed and the same experiment was conducted for comparison, the reflection electric power which returned to each RF generator for electrodes was 20-30W.

[0039]Next, the plasma treatment apparatus of this invention is explained with reference to drawing 4 about the 4th example applied to the dry etching of silicon oxide. The reference number same about the same component as the 3rd example shown in drawing 3 is attached, and explanation is omitted.

[0040]In this example, the frequency of RF generators 8, 9, and 10 for electrodes is 50 MHz, between the matching networks 5, 6, and 7 and the electrodes 2, 3, and 4, a low cut off frequency is 45 MHz, and the band pass filters 17, 18, and 19 whose treble cuts off frequency are 55 MHz are inserted.

[0041]Exhausting carrying out 30sccm introduction of the CHF_3 gas into the vacuum housing 1, and maintaining the inside of the vacuum housing 1 at 50mTorr. When high frequency voltage was impressed to the electrodes 2, 3, and 4 by RF generators 8, 9, and 10 for electrodes, plasma occurred in the vacuum housing 1 and the silicon oxide on the substrate 12 laid in the sample table 11 was able to be etched. each electrodes 2, 3, and 4 -- high-frequency power -- respectively -- 200 -- although it supplied every [W], the high-frequency power of 150W was supplied to the sample table 11 and control of the matching networks 5, 6, and 7 was performed automatically, the reflection electric power which returned to each RF generators 8, 9, and 10 for electrodes was less than 1W.

[0042]When the band pass filters 17, 18, and 19 were removed and the same experiment was

conducted for comparison, the reflection electric power which returned to each RF generator for electrodes was 20-30W. Control of the matching network was not able to be performed automatically.

[0043]Although each above-mentioned example described the example which applied this invention to the plasma CVD device and the dry etching system, the scope of this invention is not limited to this. For example, it is applicable to a sputtering system, ion implantation equipment, a doping system, etc.

[0044]Although the case where the number of electrodes was three was mentioned as the example and each above-mentioned example explained it, the same effect can be acquired also when the number of electrodes is four or more.

[0045]

[Effect of the Invention]According to the plasma treatment apparatus of the 1st invention of this application, so that clearly from the above explanation. Since the low pass filter with larger cutoff frequency than the frequency of the high frequency voltage impressed to an electrode is inserted between the RF generator for electrodes, and a matching network, the reflection electric power which returns to the RF generator for electrodes can be decreased.

[0046]According to the 2nd invention of this application, since the low pass filter of Mr. **** between each matching networks and electrodes is inserted, can decrease the reflection electric power which returns to the RF generator for electrodes, simultaneously depend it also on plasma generation conditions, but. Normal operation of automatic matching is securable.

[0047]Since double largest harmonic ingredients can be intercepted among the frequency components of reflection electric power if the frequency of the high frequency voltage which impresses the cutoff frequency of a low pass filter to an electrode is smaller than twice and it carries out in the 1st and 2nd invention of the above, Reduction of reflection electric power and normalization of automatic matching operation can be attained further. If a means to impress high frequency voltage to a sample table is formed, the ion energy which reaches a substrate is controllable.

[0048]According to the 3rd invention of this application, between each RF generator for electrodes and matching network, A low cut off frequency is smaller than the frequency of the high frequency voltage impressed to each electrode more greatly than the frequency of the high frequency voltage impressed to a sample table, Since the band pass filter with a larger treble cut off frequency than the frequency of the high frequency voltage impressed to each electrode is inserted, the reflection electric power which returns to the RF generator for electrodes can be decreased controlling the ion energy which reaches a substrate.

[0049]Since the band pass filter of Mr. **** between each matching networks and electrodes is inserted according to the 4th invention of this application, Although the reflection electric power which returns to the RF generator for electrodes can be decreased, simultaneously is

depended also on plasma generation conditions, controlling the ion energy which reaches a substrate, normal operation of automatic matching is securable.

[0050] Since double largest harmonic ingredients can be intercepted among the frequency components of reflection electric power if the frequency of the high frequency voltage which impresses the treble cut off frequency of a band pass filter to an electrode is smaller than twice and it carries out also in the 3rd and 4th invention, Reduction of reflection electric power and normalization of automatic MATCHINKU operation can be attained further.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a lineblock diagram of the plasma treatment apparatus in the 1st example of this invention.

[Drawing 2]It is a lineblock diagram of the plasma treatment apparatus in the 2nd example of this invention.

[Drawing 3]It is a lineblock diagram of the plasma treatment apparatus in the 3rd example of this invention.

[Drawing 4]It is a lineblock diagram of the plasma treatment apparatus in the 4th example of this invention.

[Drawing 5]It is a lineblock diagram of the plasma treatment apparatus in a conventional example.

[Description of Notations]

- 1 Vacuum housing
- 2, 3, and 4 Electrode
- 5, 6, 7 matching networks
- 8, 9, and 10 RF generator for electrodes
- 11 Sample table
- 12 Substrate
- 14, 15, and 16 Low pass filter
- 17, 18, and 19 Band pass filter

[Translation done.]

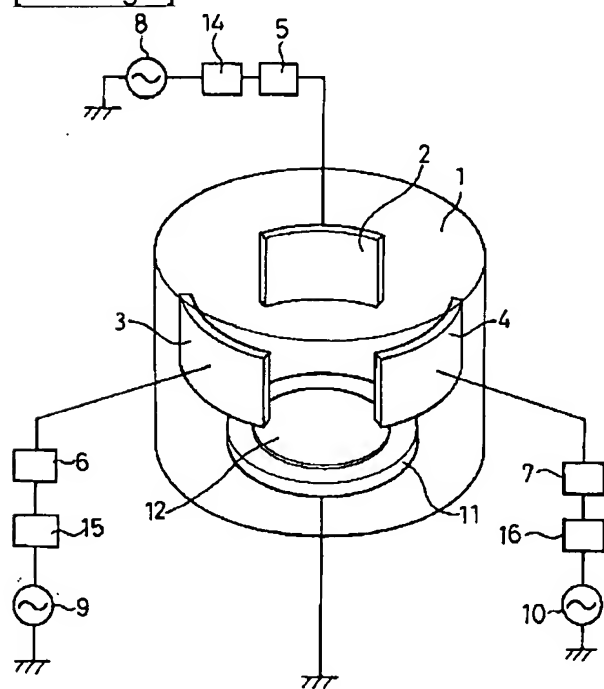
* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

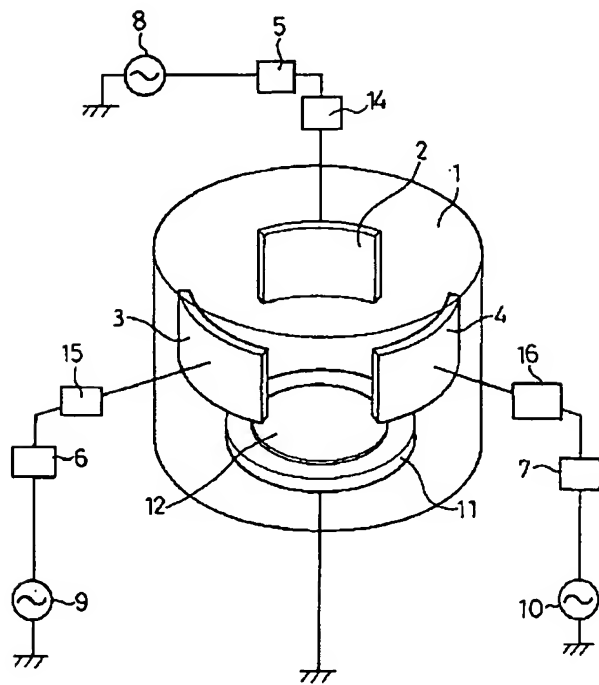
DRAWINGS

[Drawing 1]

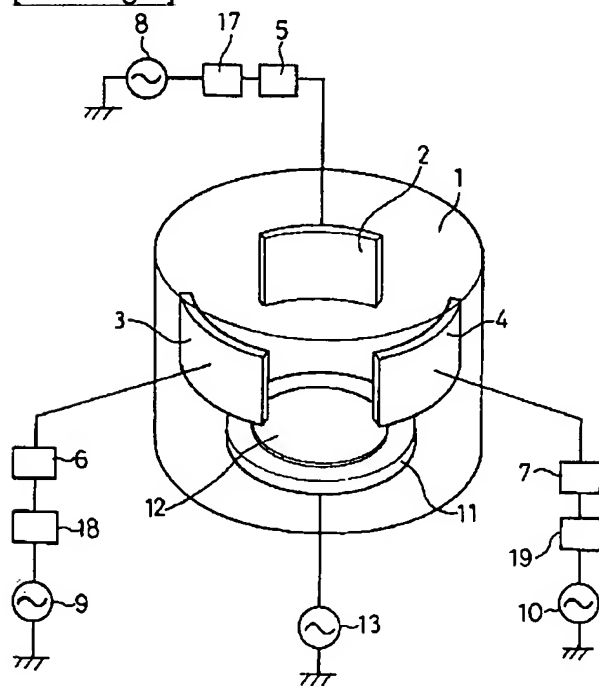


- 1...真空容器
 2、3、4...電極
 5、6、7...マッチング回路
 8、9、10...電極用高周波電源
 11...試料台
 12...基板
 14、15、16...ローパス・フィルタ

[Drawing 2]

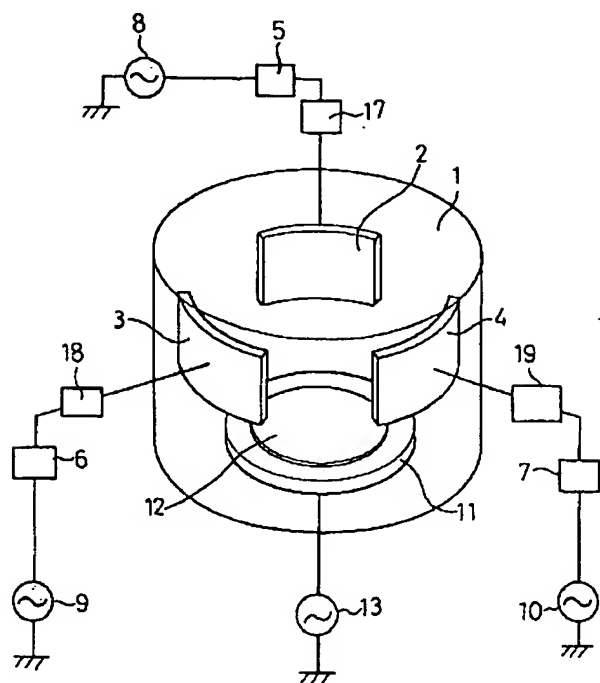


[Drawing 3]

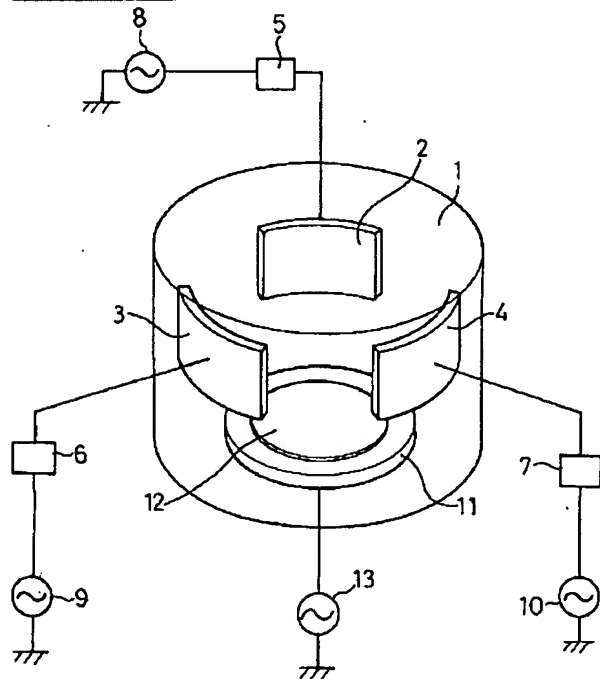


17、18、19…バンドパス・フィルタ

[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]Three or more electrodes are arranged in a vacuum housing, and each electrode is connected with an RF generator for electrodes via a matching network, respectively, A phase impresses high frequency voltage which is different in arrangement order to each of three or more electrodes, and plasma is generated, A plasma treatment apparatus which is a plasma treatment apparatus which processes a substrate laid in a sample table formed in a vacuum housing, and is characterized by inserting a low pass filter with larger cutoff frequency than frequency of high frequency voltage impressed to each electrode between each RF generator for electrodes and matching network.

[Claim 2]Three or more electrodes are arranged in a vacuum housing, and each electrode is connected with an RF generator for electrodes via a matching network, respectively, Are a substrate laid in a sample table which a phase impressed high frequency voltage which is different in arrangement order to each of three or more electrodes, was made to generate plasma, and was formed in a vacuum housing a plasma treatment apparatus to process, and between each matching network and electrode, A plasma treatment apparatus inserting a low pass filter with larger cutoff frequency than frequency of high frequency voltage impressed to each electrode.

[Claim 3]The plasma treatment apparatus according to claim 1 or 2, wherein cutoff frequency of a low pass filter is smaller than the twice of frequency of high frequency voltage impressed to each electrode.

[Claim 4]The plasma treatment apparatus according to claim 1 or 2 having a means to impress high frequency voltage to a sample table.

[Claim 5]Three or more electrodes are arranged in a vacuum housing, and each electrode is connected with an RF generator for electrodes via a matching network, respectively, A phase impresses high frequency voltage which is different in arrangement order to each of three or

more electrodes, and plasma is generated, It is a plasma treatment apparatus which processes a substrate laid in a sample table formed in a vacuum housing, Have a means to impress high frequency voltage whose frequency is lower than high frequency voltage impressed to each electrode to a sample table, and between each RF generator for electrodes and matching network, A plasma treatment apparatus inserting a band pass filter with a low cut off frequency smaller than frequency of high frequency voltage impressed to each electrode more greatly than frequency of high frequency voltage impressed to a sample table, and a larger treble cut off frequency than frequency of high frequency voltage impressed to each electrode.

[Claim 6]three or more electrodes are arranged in a vacuum housing -- each of each electrode -- it being connected with an RF generator for electrodes via a matching network, and, A phase impresses high frequency voltage which is different in arrangement order to each of three or more electrodes, and plasma is generated, Are a plasma treatment apparatus which processes a substrate laid in a sample table formed in a vacuum housing, have a means to impress high frequency voltage whose frequency is lower than high frequency voltage impressed to each electrode to a sample table, and between each matching network and electrode, A plasma treatment apparatus inserting a band pass filter with a low cut off frequency smaller than frequency of high frequency voltage impressed to each electrode more greatly than frequency of high frequency voltage impressed to a sample table, and a larger treble cut off frequency than frequency of high frequency voltage impressed to each electrode.

[Claim 7]The plasma treatment apparatus according to claim 5 or 6, wherein a treble cut off frequency of a band pass filter is smaller than the twice of frequency of high frequency voltage impressed to each electrode.

[Translation done.]

PC-8929
(4)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-316214

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) IntCl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/3065		H 0 1 L 21/302	B
C 2 3 C	14/24		C 2 3 C 14/24	T
	16/50		16/50	
C 2 3 F	4/00		C 2 3 F 4/00	A
H 0 1 L	21/205		H 0 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-124805

(22) 出願日 平成7年(1995)5月24日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(71) 出願人 595073591

アステック株式会社

東京都新宿区高田馬場4-39-7 高田馬場21ビル

(72) 発明者 奥村 智洋

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石原 勝

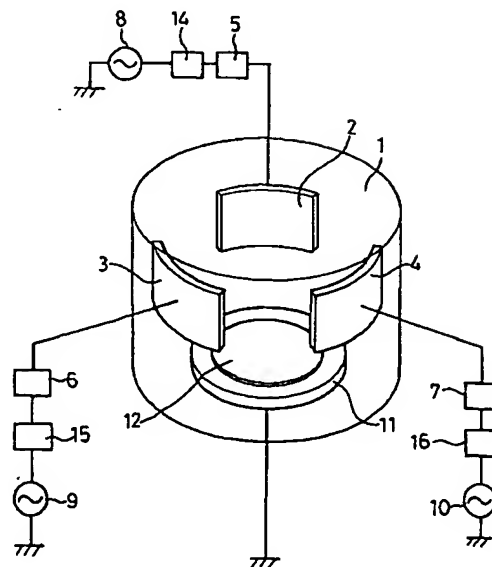
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 電極用高周波電源に戻る反射電力を減少させ、自動マッチングの正常な動作を確保する。

【構成】 真空容器1内に配置した3つ以上の電極2、3、4の各々をマッチング回路5、6、7を介して電極用高周波電源8、9、10と接続し、各電極2、3、4の各々に位相が配置順に異なる高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、真空容器1内に設けた試料台11に載置された基板12を処理するプラズマ処理装置において、各々の電極用高周波電源2、3、4とマッチング回路5、6、7との間、又は電極2、3、4とマッチング回路5、6、7との間に、遮断周波数が各電極2、3、4に印加する高周波電圧の周波数より大きいローパス・フィルタ14、15、16やバンドパス・フィルタを挿入した。



- 1...真空容器
- 2、3、4...電極
- 5、6、7...マッチング回路
- 8、9、10...電極用高周波電源
- 11...試料台
- 12...基板
- 14、15、16...ローパス・フィルタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 真空容器内に 3 つ以上の電極が配置され、各電極がそれぞれマッチング回路を介して電極用高周波電源と接続されており、3 つ以上の電極の各々に位相が配置順に異なる高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、真空容器内に設けた試料台上に載置された基板を処理するプラズマ処理装置であって、各々の電極用高周波電源とマッチング回路との間に、遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいローパス・フィルタを挿入したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 真空容器内に 3 つ以上の電極が配置され、各電極がそれぞれマッチング回路を介して電極用高周波電源と接続されており、3 つ以上の電極の各々に位相が配置順に異なる高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、真空容器内に設けた試料台上に載置された基板を処理するプラズマ処理装置であって、各々のマッチング回路と電極との間に、遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいローパス・フィルタを挿入したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】 ローパス・フィルタの遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数の 2 倍より小さいことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】 試料台上に高周波電圧を印加する手段を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 真空容器内に 3 つ以上の電極が配置され、各電極がそれぞれマッチング回路を介して電極用高周波電源と接続されており、3 つ以上の電極の各々に位相が配置順に異なる高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、真空容器内に設けた試料台上に載置された基板を処理するプラズマ処理装置であって、試料台上に各電極に印加する高周波電圧よりも周波数の低い高周波電圧を印加する手段を有し、各々の電極用高周波電源とマッチング回路との間に、低域遮断周波数が試料台上に印加する高周波電圧の周波数より大きくかつ各電極に印加する高周波電圧の周波数より小さく、高域遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいバンドパス・フィルタを挿入したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】 真空容器内に 3 つ以上の電極が配置され、各電極のそれぞれマッチング回路を介して電極用高周波電源と接続されており、3 つ以上の電極の各々に位相が配置順に異なる高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、真空容器内に設けた試料台上に載置された基板を処理するプラズマ処理装置であって、試料台上に各電極に印加する高周波電圧よりも周波数の低い高周波電圧を印加する手段を有し、各々のマッチング回路と電極との間に、低域遮断周波数が試料台上に印加する高周波電圧の周波数より大きくかつ各電極に印加する高周波電圧の周波数より小さく、高域遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいバンドパス・フィルタを挿入

したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 7】 バンドパス・フィルタの高域遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数の 2 倍より小さいことを特徴とする請求項 5 又は 6 記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ドライエッチング装置、プラズマ CVD 装置、スパッタリング装置等のプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体素子の微細化に対応して、ドライエッチング技術においては高アスペクト比の加工等を実現するために、またプラズマ CVD 技術においては高アスペクト比の埋め込み等を実現するために、より高真空中でプラズマ処理を行なうことが求められている。

【0003】ドライエッチング装置の場合は、高真空中においてプラズマを発生させると、基板表面に形成されるイオンシース中でイオンがイオン又は他の中性ガス粒子と衝突する確率が小さくなるために、イオンの方向性が基板に向かって揃い、エッチング異方性が高められ、高アスペクト比の加工が可能となる。

【0004】また、プラズマ CVD の場合は、高真空中においてプラズマを発生させると、イオンによるスパッタリング効果によって微細パターンの埋め込みと平坦化作用が得られ、高アスペクト比の埋め込みが可能になる。

【0005】高真空中においてプラズマを発生させることができるプラズマ処理装置の 1 つとして、リサーチ・エレクトロン・プラズマ処理装置がある。図 5 に、リサーチ・エレクトロン・プラズマ処理装置の構成図を示す。

【0006】図 5 において、真空容器 1 内に 3 つの電極 2、3、4 が配置され、各電極 2、3、4 にはマッチング回路 5、6、7 を介して電極用高周波電源 8、9、10 が接続されている。電極用高周波電源 8、9、10 により電極 2、3、4 に印加される高周波電圧は、振幅がほぼ等しくかつ位相が互いに 120° づつずらされている。

【0007】真空容器 1 内に適当なガスを導入しつつ排気を行い、真空容器 1 内を適当な圧力に保ちながら、電極用高周波電源 8、9、10 により高周波電圧を電極 2、3、4 に印加すると、真空容器 1 内にプラズマが発生し、試料台 11 に載置された基板 12 に対してエッチング、堆積、表面改質等のプラズマ処理を行なうことができる。

【0008】このとき、図 5 に示すように、試料台 11 にも試料台用高周波電源 13 により高周波電圧を印加することで、基板 12 に到達するイオンエネルギーを制御することができる。なお、リサーチ・エレクトロン・プラズマ処理装置については、特開平 4-215430

号公報に詳しく開示されている。

【0009】また、リサージュ・エレクトロン・プラズマ処理装置に限らず、真空容器内に3つ以上の電極を配置し、3つ以上の電極の各々をマッチング回路を介して電極用高周波電源と接続し、3つ以上の電極の各々に位相が配置順に異なる高周波電源を印加してプラズマを発生させ、真空容器内に設けた試料台上に載置された基板を処理するようにしたプラズマ処理装置には様々なタイプのものがある。例えばマルチ・ターゲット式のスパッタリング装置では3つ以上のスパッタリング・ターゲットがそのまま電極として用いられている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図5に示した構成のプラズマ処理装置では、各マッチング回路5、6、7を最適な状態に制御しても、各電極2、3、4への投入電力の10%程度の反射電力が各高周波電源8、9、10に戻ってしまう。反射電力がある大きさに達すると、電極用高周波電源8、9、10を破損する恐れがあるため、10%もの反射電力が発生してしまうと、例えば処理速度を増すために大きい電力を投入したい場合でもできないという問題があった。

【0011】また、一般に高周波電源を用いるプラズマ処理装置では、マッチング回路に設けたプローブからの信号をマッチング回路制御装置（図5には図示せず）へフィードバックし、自動的にマッチング回路を最適な状態に制御（以下、これを自動マッチングと呼ぶ）しているが、図5に示した方式では自動マッチングがうまく動作せず、反射電力計の指示値を見ながら手動でマッチング回路を操作しなければならないという問題点があった。

【0012】さらに、図5に示した方式のプラズマ処理装置において、試料台11にも試料台用高周波電源13により高周波電圧を印加した場合、試料台11に高周波電圧を印加しない場合に比べて反射電力がより大きくなる傾向があった。

【0013】本発明は、上記従来の問題点に鑑み、電極用高周波電源に戻る反射電力を減少させることができ、自動マッチングの正常な動作を確保することができるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】本願の第1発明のプラズマ処理装置は、真空容器内に3つ以上の電極が配置され、各電極のそれぞれがマッチング回路を介して電極用高周波電源と接続されており、3つ以上の電極の各々に位相が配置順に異なる高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、真空容器内に設けた試料台上に載置された基板を処理するプラズマ処理装置であって、各々の電極用高周波電源とマッチング回路との間に、遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいローパス・フィルタを挿入したことを特徴とする。

【0015】本願の第2発明のプラズマ処理装置は、第1発明と同様のローパス・フィルタをマッチング回路と電極との間に挿入したことを特徴とする。

【0016】上記ローパス・フィルタの遮断周波数は各電極に印加する高周波電圧の周波数の2倍より小さいことが好ましく、また試料台上に高周波電圧を印加する手段を有することが好ましい。

【0017】本願の第3発明のプラズマ処理装置は、試料台上に各電極に印加する高周波電圧よりも周波数の低い高周波電圧を印加する手段を有し、各々の電極用高周波電源とマッチング回路との間に、低域遮断周波数が試料台上に印加する高周波電圧の周波数より大きくかつ各電極に印加する高周波電圧の周波数より小さく、高域遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいバンドパス・フィルタを挿入したことを特徴とする。

【0018】本願の第4発明のプラズマ処理装置は、第3発明と同様のバンドパス・フィルタをマッチング回路と電極との間に挿入したことを特徴とする。

【0019】上記バンドパス・フィルタの高域遮断周波数は各電極に印加する高周波電圧の周波数の2倍より小さいことが好ましい。

【0020】

【作用】リサージュ・エレクトロン・プラズマ処理装置等において、大きな反射電力が発生する原因は従来明らかでなかったが、本発明者等は反射電力波形を分析することによって、反射電力は電極に印加する高周波電圧の高調波成分が支配的であることを突き止めた。また、自動マッチングの動作を妨げているのもこの高調波成分からなる反射電力波であることがわかった。

【0021】したがって、本願の第1発明によれば、各々の電極用高周波電源とマッチング回路との間に、遮断周波数が電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいローパス・フィルタを挿入しているため、電極用高周波電源まで戻る反射電力を減少させることができる。

【0022】また、本願の第2発明によれば、各々のマッチング回路と電極との間に同様のローパス・フィルタを挿入しているため、電極用高周波電源まで戻る反射電力を減少させることができると同時に、プラズマ発生条件にもよるが、自動マッチングの正常な動作を確保することができる。

【0023】また、上記第1、第2発明において、ローパス・フィルタの遮断周波数を電極に印加する高周波電圧の周波数の2倍より小さくすれば、反射電力の周波数成分のうち最も大きい2倍調波成分を遮断することができるため、反射電力の減少、及び自動マッチング動作の正常化をより一層図ることができる。また、試料台上に高周波電圧を印加する手段を設けると、基板に到達するイオンエネルギーを制御することができる。

【0024】また、本願の第3発明によれば、各々の電極用高周波電源とマッチング回路との間に、低域遮断周

波数が試料台に印加する高周波電圧の周波数より大きくかつ各電極に印加する高周波電圧の周波数より小さく、高域遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいバンドパス・フィルタを挿入しているため、基板に到達するイオンエネルギーを制御しながら電極用高周波電源まで戻る反射電力を減少させることができる。

【0025】また、本願の第4発明によれば、各々のマッチング回路と電極との間に同様のバンドパス・フィルタを挿入しているため、基板に到達するイオンエネルギーを制御しながら電極用高周波電源まで戻る反射電力を減少させることができると同時に、プラズマ発生条件にもよるが、自動マッチングの正常な動作を確保することができる。

【0026】また、第3、第4発明においても、バンドパス・フィルタの高域遮断周波数を電極に印加する高周波電圧の周波数の2倍より小さくすれば、反射電力の周波数成分のうち最も大きい2倍調波成分を遮断することができるため、反射電力の減少、及び自動マッチング動作の正常化をより一層図ることができる。

【0027】

【実施例】以下、本発明のプラズマ処理装置を、プラズマCVD法によるシリコン酸化膜の形成に適用した第1実施例について、図1を参照して説明する。

【0028】本実施例のプラズマ処理装置の構成を示す図1において、真空容器1内に3つの電極2、3、4が配置され、各電極2、3、4にはマッチング回路5、6、7を介して電極用高周波電源8、9、10が接続されている。電極用高周波電源8、9、10により電極2、3、4に印加される高周波電圧は振幅がほぼ等しく、位相が互いに120°づつずらされており、その周波数は60MHzである。電極用高周波電源8、9、10とマッチング回路5、6、7との間には、遮断周波数が65MHzのローパスフィルタ14、15、16が挿入されている。

【0029】真空容器1内にSiH₄ガスを10sccm、O₂ガスを20sccm導入しつつ排気を行い、真空容器1内を30mTorrに保ちながら、電極用高周波電源8、9、10により高周波電圧を電極2、3、4に印加すると、真空容器1内にプラズマが発生し、試料台11に載置された基板12に対してシリコン酸化膜の堆積を行なうことができた。各電極2、3、4には高周波電力をそれぞれ200Wづつ投入し、マッチング回路5、6、7の制御は手動で行なったが、各電極用高周波電源8、9、10に戻った反射電力は1W以下であった。

【0030】比較のために、ローパス・フィルタ14、15、16を取り除いて同様の実験を行なったところ、各電極用高周波電源に戻った反射電力は15～25Wであった。

【0031】次に、本発明のプラズマ処理装置を、プラズマCVD法によるシリコン酸化膜の形成に適用した第2実施例について、図2を参照して説明する。なお、図1に示した第1実施例と同一の構成要素については同一の参照番号を付して説明は省略する。

【0032】本実施例においては、電極用高周波電源8、9、10の周波数は50MHzであり、マッチング回路5、6、7と電極2、3、4の間に、遮断周波数が55MHzのローパス・フィルタ14、15、16が挿入されている。

【0033】真空容器1内にSiH₄ガスを10sccm、O₂ガスを20sccm導入しつつ排気を行い、真空容器1内を30mTorrに保ちながら、電極用高周波電源8、9、10により高周波電圧を電極2、3、4に印加すると、真空容器1内にプラズマが発生し、試料台11に載置された基板12に対してシリコン酸化膜の堆積を行なうことができた。各電極2、3、4には高周波電力をそれぞれ200Wづつ投入し、マッチング回路5、6、7の制御は自動で行なったが、各電極用高周波電源8、9、10に戻った反射電力は1W以下であった。

【0034】比較のために、ローパス・フィルタ14、15、16を取り除いて同様の実験を行なったところ、各電極用高周波電源に戻った反射電力は15～25Wであった。また、マッチング回路の制御は自動で行なうことができなかった。

【0035】次に、本発明のプラズマ処理装置を、シリコン酸化膜のドライエッチングに適用した第3実施例について、図3を参照して説明する。なお、図1に示した第1実施例と同一の構成要素については同一の参照番号を付して説明は省略する。

【0036】本実施例においては、試料台11に試料台用高周波電源13により13.56MHzの高周波電圧が印加される。電極用高周波電源8、9、10とマッチング回路5、6、7との間に、低域遮断周波数が55MHzで、高域遮断周波数が65MHzであるバンドパス・フィルタ17、18、19が挿入されている。

【0037】真空容器1内にCHF₃ガスを30sccm導入しつつ排気を行い、真空容器1内を50mTorrに保ちながら、電極用高周波電源8、9、10により高周波電圧を電極2、3、4に印加すると、真空容器1内にプラズマが発生し、試料台11に載置された基板12上のシリコン酸化膜のエッチングを行なうことができた。各電極2、3、4には高周波電力をそれぞれ200Wづつ投入し、試料台11には150Wの高周波電力を投入し、マッチング回路5、6、7の制御は手動で行なったが、各電極用高周波電源8、9、10に戻った反射電力は1W以下であった。

【0038】比較のために、バンドパス・フィルタ17、18、19を取り除いて同様の実験を行なったところ

ろ、各電極用高周波電源に戻った反射電力は20～30 Wであった。

【0039】次に、本発明のプラズマ処理装置を、シリコン酸化膜のドライエッチングに適用した第4実施例について、図4を参照して説明する。なお、図3に示した第3実施例と同一の構成要素については同一の参照番号を付して説明は省略する。

【0040】本実施例においては、電極用高周波電源8、9、10の周波数は50MHzであり、マッチング回路5、6、7と電極2、3、4の間に、低域遮断周波数が45MHzで、高域遮断周波数が55MHzのバンドパス・フィルタ17、18、19が挿入されている。

【0041】真空容器1内にCHF₃ガスを30sccm導入しつつ排気を行い、真空容器1内を50mTorrに保ちながら、電極用高周波電源8、9、10により高周波電圧を電極2、3、4に印加すると、真空容器1内にプラズマが発生し、試料台11に載置された基板12上のシリコン酸化膜のエッチングを行なうことができた。各電極2、3、4には高周波電力をそれぞれ200Wづつ投入し、試料台11には150Wの高周波電力を投入し、マッチング回路5、6、7の制御は自動で行なったが、各電極用高周波電源8、9、10に戻った反射電力は1W以下であった。

【0042】比較のために、バンドパス・フィルタ17、18、19を取り除いて同様の実験を行なったところ、各電極用高周波電源に戻った反射電力は20～30Wであった。また、マッチング回路の制御は自動で行なうことができなかった。

【0043】上記各実施例では、プラズマCVD装置、ドライエッチング装置に本発明を適用した例について述べたが、本発明の適用範囲はこれに限定されるものではない。例えば、スパッタリング装置、イオン注入装置、ドーピング装置等にも適用可能である。

【0044】また、上記各実施例では電極数が3つの場合を例に挙げて説明したが、電極数が4つ以上の場合にも同様の効果を得ることができる。

【0045】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本願の第1発明のプラズマ処理装置によれば、電極用高周波電源とマッチング回路との間に、遮断周波数が電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいローパス・フィルタを挿入しているため、電極用高周波電源まで戻る反射電力を減少させることができる。

【0046】また、本願の第2発明によれば、各々のマッチング回路と電極との間に同様のローパス・フィルタを挿入しているため、電極用高周波電源まで戻る反射電力を減少させることができると同時に、プラズマ発生条件にもよるが、自動マッチングの正常な動作を確保することができる。

【0047】また、上記第1、第2発明において、ロー

パス・フィルタの遮断周波数を電極に印加する高周波電圧の周波数の2倍より小さくすれば、反射電力の周波数成分のうち最も大きい2倍調波成分を遮断することができるため、反射電力の減少、及び自動マッチング動作の正常化をより一層図ることができる。また、試料台に高周波電圧を印加する手段を設けると、基板に到達するイオンエネルギーを制御することができる。

【0048】また、本願の第3発明によれば、各々の電極用高周波電源とマッチング回路との間に、低域遮断周波数が試料台に印加する高周波電圧の周波数より大きくかつ各電極に印加する高周波電圧の周波数より小さく、高域遮断周波数が各電極に印加する高周波電圧の周波数より大きいバンドパス・フィルタを挿入しているため、基板に到達するイオンエネルギーを制御しながら電極用高周波電源まで戻る反射電力を減少させることができる。

【0049】また、本願の第4発明によれば、各々のマッチング回路と電極との間に同様のバンドパス・フィルタを挿入しているため、基板に到達するイオンエネルギーを制御しながら電極用高周波電源まで戻る反射電力を減少させることができると同時に、プラズマ発生条件にもよるが、自動マッチングの正常な動作を確保することができる。

【0050】また、第3、第4発明においても、バンドパス・フィルタの高域遮断周波数を電極に印加する高周波電圧の周波数の2倍より小さくすれば、反射電力の周波数成分のうち最も大きい2倍調波成分を遮断することができるため、反射電力の減少、及び自動マッチング動作の正常化をより一層図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例におけるプラズマ処理装置の構成図である。

【図2】本発明の第2実施例におけるプラズマ処理装置の構成図である。

【図3】本発明の第3実施例におけるプラズマ処理装置の構成図である。

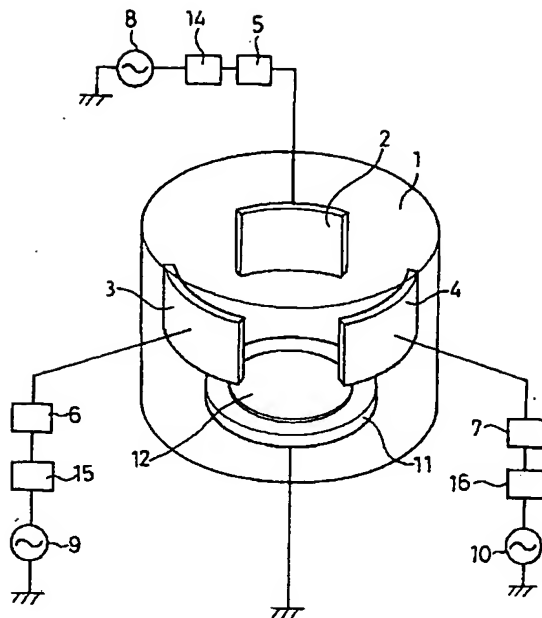
【図4】本発明の第4実施例におけるプラズマ処理装置の構成図である。

【図5】従来例におけるプラズマ処理装置の構成図である。

【符号の説明】

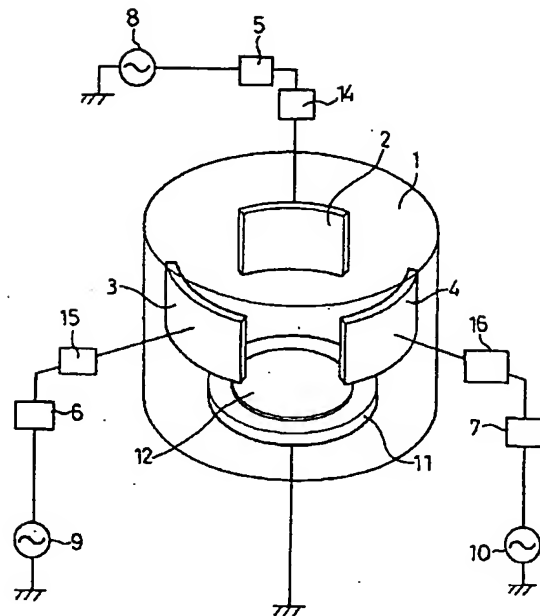
- 1 真空容器
- 2、3、4 電極
- 5、6、7 マッチング回路
- 8、9、10 電極用高周波電源
- 11 試料台
- 12 基板
- 14、15、16 ローパス・フィルタ
- 17、18、19 バンドパス・フィルタ

【図1】

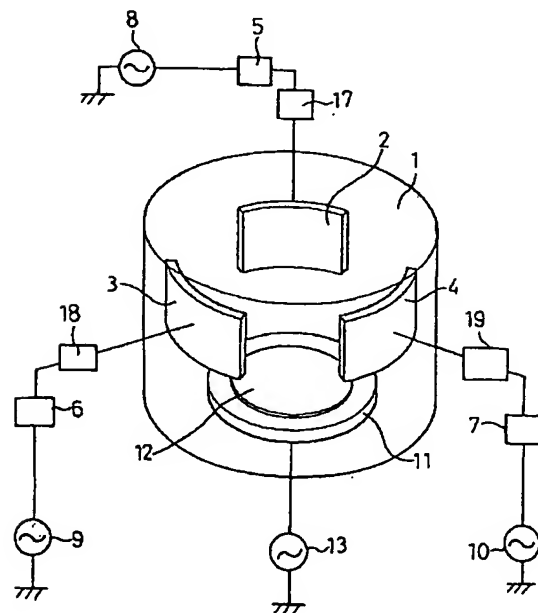


- 1...真空容器
2、3、4...電極
5、6、7...マッチング回路
8、9、10...電極用高周波電源
11...試料台
12...基板
14、15、16...ローパス・フィルタ

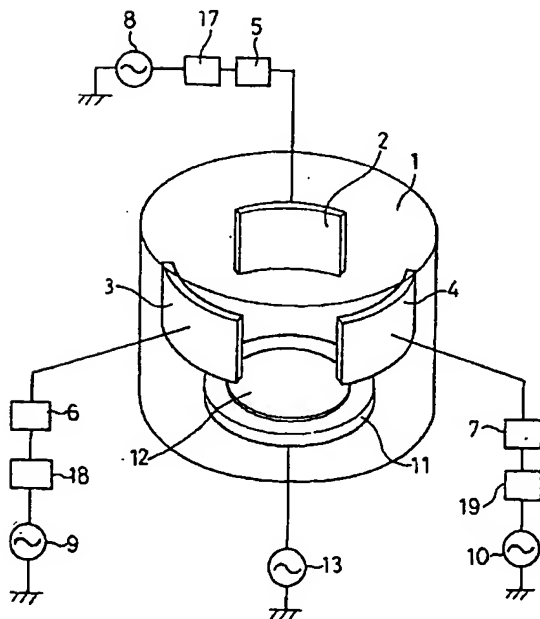
【図2】



【図4】

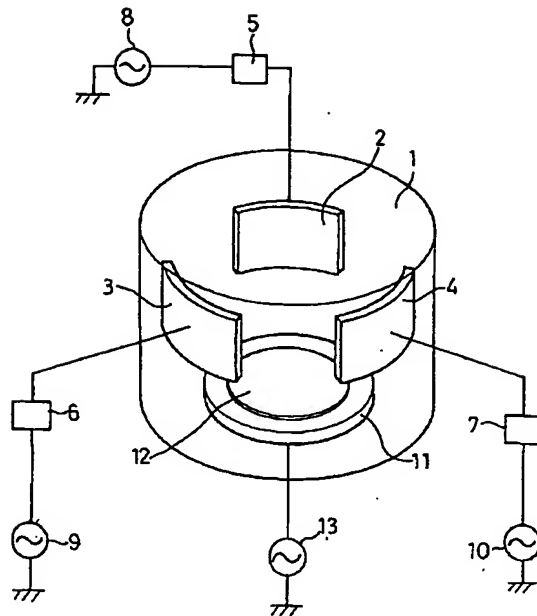


【図3】



- 17、18、19...バンドパス・フィルタ

【図5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/31			H 0 1 L 21/31	C
H 0 5 H 1/46		9216-2G	H 0 5 H 1/46	A
<hr/>				
(72)発明者 中山 一郎			(72)発明者 鈴木 正樹	
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内			大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内	
(72)発明者 柳 義弘			(72)発明者 川上 秀一	
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内			東京都新宿区高田馬場4-39-7 高田馬 場21ビルアステック株式会社内	